

Räumliche Benutzungsschnittstelle zur Steuerung eines Graphiksystems der virtuellen Realität mittels einer Funktionsauswahl

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Graphiksysteme für Anwendungen der virtuellen Realität (VR) und im speziellen eine graphische Benutzungsschnittstelle zur Steuerung eines solchen VR-Graphiksystems mittels Interaktionen mit einer wenigstens zwei Funktionen bereitstellenden Funktionsauswahl und ein entsprechendes VR-Graphiksystem gemäß den Oberbegriffen der jeweiligen unabhängigen Ansprüche.

Ein hier betroffenes VR-Graphiksystem geht bspw. aus der DE 101 25 075 A1 hervor und dient zur Erzeugung und Darstellung einer Vielzahl von räumlichen Ansichten, die gemeinsam eine sogenannte „Szene“ darstellen. Die entsprechende Visualisierung einer solchen Szene erfolgt dabei meistens mittels der an sich bekannten Methode der stereoskopischen Projektion auf eine Leinwand oder dgl. Weit verbreitet sind sogenannte immersive VR-Systeme, welche eine intuitive Mensch-Maschine-(Benutzungs-)Schnittstelle für die verschiedenen Anwendungsbereiche (Fig. 1) bilden. Die genannten Graphiksysteme binden den Anwender bzw. Benutzer stark in die visuelle

Simulation mittels eines Computersystems ein. Dieses Eintauchen des Benutzers wird als „Immersion“ oder „immersive Umgebung“ bezeichnet.

Durch die maßstäbliche Darstellung dreidimensionaler Daten oder Objekte und die ebenfalls dreidimensionale Interaktionsfähigkeit können diese Daten oder Objekte weitaus besser beurteilt und erlebt werden, als es mit klassischen Visualisierungs- und Interaktionstechniken wie bspw. mit einem 2D-Monitor und einer entsprechend zweidimensionalen graphischen Benutzungsoberfläche möglich ist. So können in der Produktentwicklung viele physisch-reale Modelle und Prototypen durch virtuelle Prototypen ersetzt werden. Ähnliches gilt für Planungsaufgaben bspw. im Architekturbereich. Auch Funktionsprototypen lassen sich in immersiven Umgebungen wesentlich realistischer evaluieren, als es mit den klassischen Methoden möglich ist.

Die Steuerung einer solchen visuellen VR-Simulation erfolgt rechnergestützt mittels geeigneter Eingabegeräte (verallgemeinernd im folgenden als „Interaktionsgeräte“ bezeichnet, da deren Funktion über die reine Dateneingabe deutlich hinaus geht), welche mit einer in die VR-Simulation vorübergehend einblendbaren Benutzungsschnittstelle zusammenwirken. Die Interaktionsgeräte verfügen neben Tastern über einen mit einer in dem VR-Graphiksystem vorgesehenen Lageerfassungssensorik über eine Kabel- oder Funkverbindung zusammenwirkenden Lagesensor, mittels dessen die räumliche Position und Orientierung des Interaktionsgeräts kontinuierlich gemessen werden können, um die Interaktionen mit der Benutzungsschnittstelle in Abhängigkeit von der physischen Bewegung, Position und Orientierung des Interaktionsgeräts im Raum auszuführen.


Eine entsprechende graphische Benutzungsschnittstelle ist bspw. in der DE 101 32 243 A1 offenbart. Das dort beschriebene handgehaltene, kabellose Interaktionsgerät dient zur Erzeugung und Übermittlung der von einem bereits genannten Lagesensor bereitgestellten Orts-, Lage- und/oder

Bewegungsdaten (d.h. räumlichen Lagekoordinaten des Interaktionsgeräts) und damit insbesondere zur virtuell-räumlichen Navigation in einer vorliegenden Szene. Die genannten Lagedaten umfassen die möglichen sechs Freiheitsgrade der Translation und der Rotation des Interaktionsgeräts und werden zur Ermittlung einer Bewegungs- oder Raumtrajektorie des Interaktionsgeräts rechnergestützt in Echtzeit ausgewertet.

Die in der DE 101 32 243 A1 beschriebene graphische Benutzungsschnittstelle umfaßt insbesondere ein ebenfalls räumlich (stereoskopisch) visualisiertes Menüsystem, bspw. ein mittels Translations- und/oder Rotationsbewegungen des Interaktionsgeräts steuerbares Kugelmenü. Dabei erfolgt die Auswahl von Funktionen oder Menüpunkten bspw. durch eine vom Benutzer durchgeführte Rotationsbewegung des Interaktionsgeräts.

Bei diesen Benutzungsschnittstellen ist es wünschenswert, die genannten Interaktionen zur Bedienung bzw. Steuerung eines hier betroffenen Funktionsauswahl- oder Menüsystems insbesondere bei komplexeren Funktionsauswahlvorgängen in der Bedienung noch einfacher und intuitiver zu gestalten. Gleichzeitig soll aber auch ein möglichst hoher Grad an Bedienungs- und Betriebssicherheit gewährleistet sein.

Die erfindungsgemäße graphische Benutzungsschnittstelle zur Steuerung eines hier betroffenen Graphiksystems der virtuellen Realität (VR) mittels der genannten Interaktionen umfaßt ein funktionell und visuell aus wenigstens zwei miteinander zusammenwirkenden Teilelementen bestehendes visuelles Interaktionselement, wobei jedes dieser Teilelemente eine Funktionsauswahl mit jeweils wenigstens zwei Funktionen bereitstellt. Dieses wenigstens zweiteilige Interaktionselement ist bevorzugt in Form eines virtuell-räumlichen Menüsystems oder Funktionsauswahlsystems realisiert.



Im besonderen sind die wenigstens zwei Teilelemente mittels physisch-räumlicher Bewegung des Interaktionsgeräts relativ zueinander virtuell-räumlich beweglich ausgebildet, wobei eine genannte Funktions- oder Menüauswahl mittels der relativ zueinander ausgeführten Bewegung der wenigstens zwei Teilelemente erfolgt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird wenigstens das erste Teilelement des zumindest vorübergehend in die Szene eingeblendeten visuellen Interaktionselements an einer zumindest zeitweise fixen Position innerhalb der Szene dargestellt, wobei wenigstens das zweite Teilelement über eine physisch-räumlich erfolgende Bewegung des Interaktionsgeräts relativ zum ersten Teilelement - ähnlich dem bekannten „Kimme-Korn“-Prinzip – sowohl funktionell als auch visuell virtuell-räumlich bewegt werden kann, um durch diese Relativbewegung zwischen den wenigstens zwei Teilelementen eine Funktion auszulösen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung erfolgt diese Relativbewegung im Falle einer translatorischen Verschiebung in der Weise, daß es zumindest partiell zu einer ebenfalls in der Szene visualisierten Berührung oder Überlappung zwischen den wenigstens zwei Teilelementen kommt, wodurch sich die genannte Funktions- oder Menüauswahl und damit insgesamt die Bedienung bzw. Steuerung der Benutzungsschnittstelle sehr intuitiv und daher auch benutzerfreundlich darstellt.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung umfaßt das vorgeschlagene visuelle Interaktionselement drei Teilelemente, und zwar im Fall eines Kugelménüs eine einteilig ausgebildete innere Kugel, eine aus wenigstens zwei Kugelschalensegmenten gebildete, an der Oberfläche der inneren Kugel angeordnete Kugelschale sowie einen im Außenbereich der Kugel bzw. Kugelschale angeordneten, aus wenigstens zwei Ringsegmenten bestehenden Ring. In dieser Ausgestaltung dient die innere Kugel zur Darstellung einer Zustandsinformation betreffend den momentanen Zustand

des gesamten Kugelmenüs, bspw. die momentane Position in einem Menübaum. D.h. die genannte Zustandsinformation gibt bspw. an, ob es sich bei durch die Kugelschalensegmente repräsentierten Menüpunkten um ein Hauptmenü oder etwa ein dem Hauptmenü hierarchisch untergeordnetes Untermenü handelt. Eine mittels des äußeren Rings auszulösende Funktion wird in dieser Ausgestaltung bevorzugt durch Kontakt oder Überlappung der inneren Kugel mit einem der wenigstens zwei Ringsegmente aktiviert.

Bei der Bedienung eines solchen Kugelmenüs können die Kugelschalensegmente durch eine benutzergeführte Drehung des Interaktionsgeräts entsprechend um die innere Kugel rotiert werden, um bspw. eine Überlappung verschiedener Kugelschalensegmente mit den zur Verfügung stehenden Ringsegmenten zu ermöglichen. Zur weiteren Vereinfachung einer solchen Steuerung ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung eine winkelhabhängige (bspw. in 30°-Schritten), vom Rotationswinkel des Interaktionsgeräts abhängige Einrastfunktion vorgesehen, so daß sich die Kugelschalensegmente und die Ringsegmente immer eindeutig gegenüberstehen und demnach zweideutige Interaktionen zwischen diesen Segmenten nahezu ausgeschlossen sind.

Zur weiteren Erhöhung des Bedienungskomforts kann zusätzlich vorgesehen sein, daß ab einem vorgebbaren Maß an Teilüberlappung/-berührung zwischen der inneren Kugel und dem Ring eine weitere Relativverschiebung aktiv unterbunden wird. Damit wird, zusätzlich zur genannten rotationsabhängigen Einrastfunktion, auch ein bei Translationsbewegungen der inneren Kugel erfolgreiches Einrasten entlang des möglichen Verschiebewegs der Kugel ermöglicht.

Um die genannten Translationsbewegungen der inneren Kugel in bezug auf den Ring noch intuitiver und damit benutzerfreundlicher zu gestalten, erfolgt die Verschiebung des Kugelelements zum Ringelement in einer weiteren Ausgestaltung derart, als ob die innere Kugel mit den einzelnen

Ringsegmenten über gedachte Gummibänder oder dgl. verbunden wäre. Dadurch ist ebenfalls in der Art einer Einrastfunktion gewährleistet, daß die Translation der inneren Kugel auch immer geführt oder sogar gezwungenermaßen zu einem bestimmten Ringsegment führt, und nicht versehentlich ein etwa benachbartes Ringelement angesteuert werden kann.

Die durch Rotations- und Translationsbewegungen erfindungsgemäß ausgelösten Aktionen oder Funktionen können mittels empirisch vorgegebbarer Schwellwerte so gesteuert bzw. ausgewertet werden, daß eine vom Benutzer ausgeführte physisch-räumliche Translations- oder Rotationsbewegung des Interaktionsgeräts erst dann eine entsprechende Aktion oder Funktion auslöst, wenn die Größe der Bewegung den jeweiligen Schwellenwert überschreitet. Dadurch lassen sich Fehlbedienungen, bspw. aufgrund von versehentlich erfolgten physischen Bewegungen des Interaktionsgeräts, noch wirksamer verhindern.

Die erfindungsgemäße Benutzungsschnittstelle kann ferner visuell in der Weise animiert dargestellt werden, daß bei der Bewegung des jeweils beweglich ausgebildeten Teilelements (bspw. der vorbeschriebenen inneren Kugel) oder im Falle einer Berührung/Überlappung der wenigstens zwei Teilelemente (bspw. der vorbeschriebenen inneren Kugel mit dem äußeren Ring) eine Form- bzw. Gestaltänderung wenigstens eines dieser Teilelemente eintritt.

Die genannten Funktionsabläufe der vorgeschlagenen Benutzungsschnittstelle können zudem mittels wenigstens eines an dem Interaktionsgerät angeordneten Steuerelements (Taster oder dgl.) unterstützt werden. Bspw. kann mittels eines solchen Steuerelements nicht nur das Einblenden des visuellen Interaktionselements in die jeweilige Szene ausgelöst werden, sondern auch andere Funktionen wie bspw. eine Aktivierung der vorgenannten Berühr-/Überlappfunktion etc. Es versteht sich, daß alternativ zu einem solchen Steuerelement auch die Sprache und/oder

Gestik/Mimik des Benutzers in an sich bekannter Weise ausgewertet werden können. So können die vorgenannten Funktionen bspw. durch einfache Sprachbefehle wie bspw. „Menüsystem öffnen“, „Überlappfunktion aktivieren“ oder dgl. realisiert sein.

In einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß die genannte Berühr-/Überlappfunktion zusätzlich logische (Bool'sche) Operationen umfaßt, d.h. bei einer Berührung oder Überlappung eines Teilelements mit einem bestimmten zweiten Teilelement der erfindungsgemäßen Benutzungsschnittstelle wird eine bestimmte logische Operation ausgeführt, wobei eine erst durch die jeweilige logische Verknüpfung gebildete Funktion, Menüauswahl oder dgl. ausgeführt wird. In dieser Weise läßt sich die erfindungsgemäße Benutzungsschnittstelle auch an sehr komplexe Funktionsabläufe anpassen.

Die erfindungsgemäße graphische Benutzungsschnittstelle bietet somit im Ergebnis den Vorteil, daß auch komplexe Interaktionen bspw. über mehrere Funktions- oder Menüebenen hinaus sehr intuitiv, und zwar ausschließlich durch die genannten Bewegungsmodi (in den möglichen sechs Freiheitsgraden bzgl. Translation und Rotation) des Interaktionsgeräts erfolgen können. Mittels der genannten Überlappungs-/Berührungsfunktion wird insbesondere ein schnelles und sicheres Umschalten zwischen bspw. verschiedenen Unterfunktionen bzw. Untermenüs einer Funktionsauswahl bzw. eines Menüsystems ermöglicht.

Gegenüber dem eingangs genannten Stand der Technik ist die erfindungsgemäße Benutzungsschnittstelle daher in der Handhabung einfacher und gleichzeitig sehr bediensicher in bezug auf mögliche Bedienfehler seitens eines Benutzers. Insgesamt wird demnach die virtuell-räumliche Navigation durch in die Szene eingeblendete unterschiedliche Funktions-/Menüebenen erheblich vereinfacht, und zwar auch ohne die

Verwendung eines im Stand der Technik häufig verwendeten, animiert dargestellten Zeigers.

Die Erfindung ist mit den genannten Vorteilen sowohl bei VR-Graphiksystemen mit kabellosen sowie kabelgebundenen Interaktionsgeräten einsetzbar, die bevorzugt vom Benutzer handgeführt sind. Wie bereits gesagt, können dabei die möglichen Benutzerinteraktionen, neben der genannten Verwendung eines an dem Interaktionsgerät angeordneten Tasters, generell auch durch akustische oder optische Interaktionen bspw. Sprache, Gestik oder dgl. unterstützt werden.

Zudem versteht sich, daß es bei der vorgeschlagenen Benutzungsschnittstelle nicht darauf ankommt, welches der beiden Teilelemente gegenüber welchem relativ bewegt (d.h. transliert oder rotiert) wird bzw. welches in der bevorzugten Ausgestaltung jeweils fix und welches jeweils beweglich ausgebildet ist.

Auch kann die Erfindung, anstelle eines vorbeschriebenen Kugelmenüs, bei einem graphisch völlig unterschiedlich ausgebildeten Menüsystem mit den genannten Vorteilen eingesetzt werden, sofern das Menüsystem in der genannten Weise wenigstens zweiteilig ausgebildet ist. So kommt ein Einsatz bspw. auch bei räumlich-planar ausgebildeten Textmenüsystemen oder dgl. in Betracht. Ferner versteht sich, daß ein vorbeschriebenes kugelförmiges Menüsystem auch aus ellipsoiden oder sogar vieleckigen Raumformen gebildet sein kann.

Die erfindungsgemäße virtuell-räumliche Benutzungsschnittstelle wird nachfolgend in größerem Detail anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben, aus denen sich weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben. Hierin sind identische oder funktional gleiche Merkmale mit übereinstimmenden Bezugszeichen referenziert.

In der Zeichnung zeigen

- Fig. 1 eine vereinfachte Übersichtsdarstellung eines hier betroffenen immersiven VR-(Virtual-Reality)Graphiksystems gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 2a,b zwei schematisch dargestellte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen virtuell-räumlichen Benutzungsschnittstelle;
- Fig. 3a-c eine perspektivische Ansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Benutzungsschnittstelle (hier: Kugelmnü) zur Verwendung in einem in der Fig. 1 gezeigten VR-Graphiksystem (Fig. 2a) sowie zwei typische Interaktionsabfolgen (Fig. 3b und 3c) unter Verwendung der in der Fig. 3a gezeigten Benutzungsschnittstelle;
- Fig. 4 einen typischen Funktionsablauf bei der Steuerung einer erfindungsgemäßen Benutzungsschnittstelle anhand eines Flußdiagramms; und
- Fig. 5 einen gegenüber der Fig. 4 detaillierteren Funktionsablauf bei der in den Figuren 3a - 3c gezeigten Benutzungsschnittstelle.

Das in der Fig. 1 schematisch dargestellte VR-Graphiksystem weist einen Projektionsschirm 100 auf, vor dem eine Person (Benutzer) 105 steht, um die dortige über einen Projektor 110 erzeugte Szene 115 mittels einer stereoskopischen Brille 120 zu betrachten. Anstelle der stereoskopischen Brille 120 können vorliegend selbstverständlich auch auto-stereoskopische Bildschirme oder dgl. zur Anwendung kommen. Zudem können der Projektionsschirm 100, der Projektor 110 sowie die Brille 120 vorliegend

durch einen an sich bekannten Datenhelm ersetzt werden, welcher dann alle drei Funktionen beinhaltet.

Der Benutzer 105 hält ein Interaktionsgerät 125 in der Hand, um bevorzugt absolute Lagedaten wie die räumliche Position und Orientierung des Interaktionsgeräts im physischen Raum zu erzeugen und an eine Lageerfassungssensorik 130 – 140 zu übermitteln. Alternativ können allerdings auch relative oder differentielle Lagedaten verwendet werden, worauf es in dem vorliegenden Zusammenhang aber nicht ankommt.

Das Interaktionsgerät 125 umfaßt ein Lageerkennungssystem 145, bevorzugt eine Anordnung von optischen Messsystemen 145, mittels derer sowohl die Absolutwerte der drei möglichen Drehwinkel als auch die Absolutwerte der in den drei Raumrichtungen möglichen translatorischen Bewegungen des Interaktionsgeräts 125 erfaßt und von einem Digitalrechner 150 in der nachfolgend beschriebenen Weise in Echtzeit verarbeitet werden. Alternativ können diese Lagedaten mittels Beschleunigungssensoren, Gyroskopen oder dgl. erfaßt werden, welche dann i.d.R. nur relative oder differentielle Lagedaten liefern. Da es auf diese Sensorik vorliegend nicht ankommt, wird hier von einer eingehenderen Beschreibung abgesehen und auf die eingangs genannten Druckschriften verwiesen.

Die genannten absoluten Lagedaten werden von einem mit dem Interaktionsgerät 125 verbundenen Rechnersystem erzeugt. Sie werden dazu an einen Mikroprozessor 160 eines Digitalrechners 150 übertragen, in dem unter anderem die notwendigen als dem Fachmann geläufig anzunehmenden graphischen Auswerteprozesse zur Erzeugung der stereoskopisch-räumlichen Szene 115 ausgeführt werden. Die räumliche Szenendarstellung 115 dient insbesondere der Visualisierung von Objektmanipulationen, der räumlichen Navigation in der gesamten Szene sowie der Darstellung von Funktionsauswahlstrukturen und/oder Menüstrukturen.

Das Interaktionsgerät 125 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel mit dem Digitalrechner 150 mittels eines dort angeordneten Empfangsteils 165 über eine Funkverbindung 170 datenleitend verbunden. Die von den Sensoren 145 an die Lageerfassungssensorik 130 – 140 übertragenen Lagedaten werden ebenfalls drahtlos per Funkstrecken 175 – 185 übertragen.

Zusätzlich eingezeichnet sind die Kopfposition (KP) des Benutzers 105 sowie dessen Blickrichtung (BR) 190 auf den Projektionsschirm 100 bzw. die dort projizierte Szene 115. Diese beiden Größen sind insoweit für die Berechnung einer aktuellen stereoskopischen Projektion von Bedeutung, als sie die notwendige Szenenperspektive wesentlich mitbestimmen, da die Perspektive in an sich bekannter Weise auch von diesen beiden Größen abhängt.

Das Interaktionsgerät 125 umfaßt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel einen Taster 195, mittels dessen der Benutzer 105, zusätzlich zu den genannten Bewegungsmöglichkeiten des Interaktionsgeräts 125 im Raum, eine bestimmte Interaktion auslösen kann, wie nachfolgend anhand der Fig. 3 beschrieben. Es versteht sich, daß alternativ auch zwei oder mehrere Taster angeordnet sein können, um ggf. weitere unterschiedliche Interaktionen zu ermöglichen. Anstelle eines oder mehrerer Taster können, wie bereits erwähnt, entsprechende Benutzereingaben auch mittels Sprache, Gestik oder dgl. erfolgen. In der Fig. 1 zusätzlich eingezeichnet sind die Kopfposition (KP) des Benutzers 105 sowie dessen Blickrichtung (BR) 190 auf den Projektionsschirm 100 bzw. die dort projizierte Szene 115. Diese beiden Größen sind insoweit für die Berechnung einer aktuellen stereoskopischen Projektion von Bedeutung, als sie die notwendige Szenenperspektive in an sich bekannter Weise wesentlich mitbestimmen.

Das zentrale Element des gezeigten immersiven VR-Graphiksystems ist die mittels der Lageerfassungssensorik 130 – 140 geführte (getrackte) stereoskopische Darstellung der jeweiligen dreidimensionalen Szenendaten

115. Die Perspektive der Szenendarstellung ist dabei vom Betrachter-Standpunkt bzw. von der Kopfposition (KP) und der Blickrichtung (BR) abhängig. Die Kopfposition (KP) wird dazu über ein (hier nicht dargestelltes) dreidimensionales Positionsmeßsystem kontinuierlich gemessen und die Geometrie der Sichtvolumina für beide Augen entsprechend dieser Positionswerte angepaßt. Dieses Positionsmeßsystem umfaßt eine ähnliche Sensorik wie das genannte Lageerfassungssystem 130 – 140 und kann ggf. in dieses integriert sein. Für jedes Auge wird ein separates Bild aus der jeweiligen Perspektive berechnet. Der Unterschied (Disparität) bewirkt die stereoskopische Tiefenwahrnehmung.

Als Interaktion vorliegend seitens eines Benutzers wird jede Aktion des Benutzers bevorzugt mittels des genannten Interaktionsgeräts 125 verstanden. Umfaßt sind dabei die Bewegung des Interaktionsgeräts 125 gemäß den Figuren 2a, 2b und 3a – 3c sowie die Betätigung eines oder mehrerer an dem Interaktionsgerät 125 angeordneten Taster 195. Zusätzlich umfaßt sein können akustische Aktionen des Benutzers wie bspw. eine Spracheingabe oder eine durch Gestik bestimmte Aktion.

Die Figuren 2a und 2b zeigen zwei hier nur schematisch dargestellte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen virtuell-räumlichen Benutzungsschnittstelle, anhand derer nur die grundlegende Funktionsweise der erfindungsgemäßen Benutzungsschnittstelle erläutert werden soll.

Bei dem in der Fig. 2a gezeigten Ausführungsbeispiel sind zwei in etwa quadratische Teilelemente 250 und 255 vorgesehen. Es versteht sich, daß diese schematisch sehr vereinfachte Darstellung nur zur Illustration der grundlegenden technischen Konzepte dienen kann und diese Teilelemente im vorliegenden Anwendungsbereich der VR-Graphiksysteme vorzugsweise ebenfalls räumlich ausgeformt sein werden, bspw. als räumliche Würfel, Quader, Kugeln oder dgl. Jedes der beiden Teilelemente 250, 255 weist in dem vorliegenden Beispiel vier für Interaktionen insbesondere seitens eines

Benutzers zur Verfügung stehende Aktionselemente auf, und zwar jeweils die Außenseiten der beiden Quadrate. Zwei dieser Außenseiten 260, 265 sind in dieser Darstellung jeweils durch eine Doppellinie hervorgehoben. Durch die gestrichelten Pfeile 271 und 272 soll angedeutet werden, daß das Teilelement 250 bei der hier gezeigten Interaktion so gedreht 271 und verschoben 272 wird, daß die Außenseite 260 an der Außenseite 265 zu liegen kommt. Diese zweite Interaktionsphase ist in der unteren Hälfte der Fig. 2a dargestellt.

Das Zusammenführen der beiden Teilelemente 250, 255 an den beiden Außenseiten 260, 265 löst nun eine nachfolgend noch detaillierter beschriebene Aktion oder Funktion aus. Die Aktion oder Funktion wird insbesondere dann ausgelöst, wenn die Außenseiten 260, 265 ein bestimmtes Maß der Annäherung erreicht haben oder erst wenn diese virtuell (d.h. in der aktuellen VR-Szene) in Kontakt getreten sind. Es versteht sich, daß durch die anderen möglichen Interaktionen zwischen den übrigen Außenseiten der Teilelemente 250, 255 auch weitere Aktionen oder Funktionen ausgelöst werden können.

Bei dem in der Fig. 2b gezeigten Ausführungsbeispiel ist das eine Teilelement wiederum quadratisch 270 geformt, wohingegen das zweite Teilelement durch einen in der Ausgangsposition des quadratischen Teilelements 270 konzentrisch um dieses angeordneten Ring 275 gebildet ist. Der Ring 275 ist in dem vorliegenden Beispiel in vier Segmente 275 unterteilt, wobei jedes dieser Segmente 275 einer eigenen Aktion bzw. Funktion zugeordnet ist.

In diesem Ausführungsbeispiel werden Interaktionen dadurch ausgeführt, daß zunächst das quadratische Teilelement 270 in eine neue Lage (d.h. räumliche Orientierung) 280 gedreht wird. Danach wird das Teilelement 270 durch eine den hier nur exemplarisch gezeigten beiden Bewegungspfaden 290 entsprechende translatorische Bewegung entweder in die mit der ,1' (im runden Kreis) bezeichnete Position oder die entsprechend mit ,2' bezeichnete

Position verschoben. Im Beispiel ,1' gerät das quadratische Teilelement 270, 280 an den jeweiligen Ecken 295, 295' (virtuell) in Kontakt mit dem gezeigten Ringsegment, wodurch eine Aktion bzw. Funktion ausgelöst wird. In dem anderen Fall ,2' wird die Aktion bzw. Funktion erst dann ausgelöst, wenn es zu einer gezeigten Überlappung 285 zwischen den beiden Teilelementen 270, 275 kommt.

Es ist anzumerken, daß die beiden gezeigten Teilelemente in einer alternativen Ausgestaltung auch beide bewegt werden können, bspw. aufeinander zu. D.h. es kommt vorliegend ausschließlich auf die gezeigte Relativbewegung zwischen den beiden Teilelementen an. Auch können die beiden Teilelemente von einem Benutzer sogar beidhändig gesteuert werden, wobei der Benutzer dann in jeder Hand ein eigenes vorbeschriebenes Interaktionsgerät hält.

Die Fig. 3a zeigt perspektivisch dargestellt eine Ansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Benutzungsschnittstelle, und zwar vorliegend am Beispiel eines bereits eingangs beschriebenen Kugelménüsystems. Die nachfolgend beschriebenen Figuren 3b und 3c zeigen für dieses Kugelménüsystem zwei typische Interaktionsabfolgen.

In dem Ausführungsbeispiel sei angenommen, daß das Interaktionsgerät zwei Tasten 195 (Fig. 1) aufweist, welche bevorzugt mit dem Daumen und Zeigefinger des Benutzers betätigbar sind. Diese beiden Tasten können auf zwei Arten verwendet werden, und zwar durch kurzes Drücken (Klicken) und längeres Gedrückthalten (Halten). Mittels dieser zwei Aktionen ergeben sich insgesamt vier mögliche Interaktionen, d.h. in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel: Klicken per Daumen = Abbruch, Klicken per Zeigefinger = Aktion, Halten per Daumen = Greifen und Halten per Zeigefinger = Menü. So erfolgt das Greifen eines graphischen Ménüsystems durch Halten der dem Daumen zugeordneten Taste und das Halten des Ménüs durch Gedrückthalten der Daumentaste. Bereits in die Szene eingeblendete

Menüsysteme lassen sich durch Drücken und Gedrückthalten der Zeigefingertaste aktivieren. Das Verlassen oder Abbrechen einer Funktion erfolgt durch einen Klick der Daumentaste.

Wie aus der Fig. 3a zu ersehen, ist das vorliegende Kugelmenüsystem dreiteilig aufgebaut und besteht aus einer inneren Menükugel 200, welche eine bereits genannte Statusanzeige zur Anzeige des momentanen Zustandes des Menüsystems in bezug auf die Menühierarchie bereitstellt. Die innere Menükugel 200 wird von einer vorliegend viergeteilten Kugelschale 205 umgeben, mittels welcher per Rotation verschiedene Menüeinträge des Hauptmenüs („main“), und zwar vorliegend die Einträge „group“, „snap“, „state“ und „meas“) aktiviert werden können. Weitere vier Menüeinträge „work“, „single“, „fly“ und „extra“ befinden sich auf vier entsprechenden Segmenten 210 eines äußeren Menürings.

Das Hauptmenü („main“) des vorliegend dreiteilig aufgebauten Kugelmenüsystems 200 – 210 enthält demnach acht unterschiedliche Menüeinträge, von denen vier Einträge über eine Rotation (Drehung) des (hier nicht gezeigten) Interaktionsgeräts 125 und vier über eine Translation (Verschiebung) des Interaktionsgeräts 125 erreicht werden können.

Bei einer physisch-räumlichen Drehung des Interaktionsgeräts 125 aufgrund einer korrespondierenden Handbewegung seitens des Benutzers rotiert die innere Menükugel 200 entsprechend. Ab einem Drehwinkel von vorliegend 60° rastet die innere Menükugel 200 mit einer gegenüber der vorherigen Orientierung um 90° verschobenen Orientierung ein, d.h. das „Spiel“ der Einrastfunktion beträgt vorliegend 30°. Dieses Einrasten wird in dem Beispiel durch Loslassen einer der beiden Tasten des Interaktionsgeräts 125 aktiviert.

Durch Verschiebung (Translation) der inneren Kugel 200 entlang einer von vier mittels „gummibandartiger“ Führungen 215 vorgegebenen möglichen Translationspfaden

kann die innere Kugel 200 zu den vier ringförmig angeordneten Menüeinträgen 210 hin bewegt werden. Die dem jeweiligen Menüeintrag 210 entsprechende Funktion wird dann aktiviert, wenn die innere Kugel 200 das jeweilige Ringsegment 210 berührt bzw. mit diesem überlappt (Fig. 2c). Dadurch wird ein schnelles Umschalten zwischen verschiedenen Menüs oder Untermenüs ermöglicht.

In den Figuren 3b und 3c sind nun typische, jeweils mit Ziffernfolgen 1. - 3. bezeichnete Abfolgen von Interaktionen im Falle einer Funktionsauswahl mittels einer Rotation der Kugelschale 205 und einer translatorischen Verschiebung der Kugelschale 205 illustriert.

Im Falle einer reinen Rotation (Fig. 3b) wird zunächst eine der vorliegend zwei vorhandenen Tasten 195 des Interaktionsgeräts 125 gedrückt und anschließend gedrückt-gehalten, wodurch zunächst das Menüsystem in die aktuelle Szene eingeblendet wird. Danach wird das Interaktionsgerät 125 vom Benutzer physisch gedreht. Ab einem Schwellwert für die physische Drehung des Interaktionsgeräts, in dem vorliegenden Beispiel 30°, beginnt sich auch die innere Kugel 200 entsprechend zu drehen. Durch Loslassen der Taste 195 rastet die innere Kugel 200 bzw. Kugelschale 205 an dem jeweils nächstgelegenen Rastpunkt der 30°-Einteilung ein, womit in dem vorliegenden Beispiel die Einrastfunktion „snap“ ausgewählt wurde.

Im Falle einer reinen Verschiebung (Fig. 3c) wird wiederum die Taste 195 gedrückt und gedrückt-gehalten, womit zunächst das Menüsystem in der Szene erscheint. Durch eine physische Translationsbewegung des Interaktionsgeräts 125 verschiebt sich die innere Kugel 200 samt Kugelschale 205 solange, bis es zu einer Berührung bzw. Überlappung mit einem der Ringsegmente 210 kommt. Sobald es zu dieser Berührung kommt, erscheint ein neues Menü bzw. Untermenü oder es findet eine vorgegebene Funktionsauswahl statt. Bereits die Translationsbewegung führt zu der gezeigten Gestaltänderung der Kugelschale. Auch im Falle der Berührung

oder Überlappung zwischen der Kugel bzw. Kugelschale und dem jeweils betroffenen Ringsegment 210 kann die Kugelschale 205 entsprechend animiert werden.

Das vorliegende Ausführungsbeispiel sieht ferner vor, daß ab einer bestimmten vorgebbaren Teilüberlappung bzw. Teilberührung zwischen der Kugelschale 205 bzw. der Kugel 200 und dem jeweils betroffenen Ringsegment 210 eine weitere Relativverschiebung zwischen diesen beiden Teilelementen unterdrückt wird, was in etwa einem translationsbezogenen Einrasten entspricht.

Gemäß einer Variante kann vorgesehen sein, daß die in den Figuren 2b und 3c gezeigte überlappungsabhängige Interaktion bei Überlappung zwischen einem Menüeintrag der Kugelschale 205 und einem Menüeintrag des Rings 210 (Fig. 3c) so aktiviert wird, daß die dabei zusammengeführten Menüeinträge gleichzeitig eine logische (Bool'sche) Verknüpfung ausführen. So kann etwa vorgesehen sein, daß die in der Fig. 3b gezeigte „snap“-Funktion bei einer Berührung oder Überlappung mit einem der Ringsegmente 210 entweder eine kombinierte „single-snap“- oder „extra-snap“-Funktion aktiviert. Anstatt einer solchen ‚UND‘-Verknüpfung können selbstverständlich auch andere Verknüpfungsarten wie ‚ODER‘ oder ‚NICHT‘ vorgesehen werden.

Die Fig. 4 zeigt nun anhand eines Flußdiagramms einen typischen Funktionsablauf bei der Steuerung der erfindungsgemäßen Benutzungsschnittstelle. Nach dem Start 300 der Routine wird zunächst in einer Schleife geprüft 305, ob ein bestimmter Taster des Interaktionsgeräts 125 betätigt wurde. Ist dies der Fall, werden die in den Figuren 2a und 2b gezeigten beiden Teilelemente 250, 255 und 270, 275 in die aktuelle VR-Szene eingeblendet 310. Andernfalls wird entsprechend der genannten Schleife der Schritt 305, ggf. nach einer gewissen Verzögerung, neu ausgeführt.

In Schritt 315 wird nun geprüft, ob eine mittels physischer Bewegung des Interaktionsgeräts verursachte virtuelle Bewegung wenigstens eines der beiden Teilelemente 250, 255, 270, 275 in der Szene erfolgt ist. Ist überhaupt keine Bewegung jedes der beiden Teilelemente festgestellt worden, wird zu Schritt 310 zurückgesprungen. Andernfalls wird entsprechend einer solchen Bewegung das jeweilige Teilelement in der Szene bevorzugt animiert dargestellt 320, um die Bewegung (Rotation oder Translation) auch visuell anzuzeigen. Im nachfolgenden Schritt 325 wird geprüft, ob die beiden Teilelemente 250, 255, 270, 275 bei der Bewegung in einen räumlichen Kontakt (oder in räumliche Nähe) getreten sind. Ist dies nicht der Fall, wird zu Schritt 310 zurückgesprungen, um die eben beschriebenen Schritte erneut durchzuführen. Andernfalls wird, in Abhängigkeit vom jeweiligen Kontaktbereich bzw. den jeweils involvierten Ringsegmenten 275, eine bestimmte Aktion oder Funktion ausgelöst 330. Schließlich wird in Schritt 335 geprüft, ob es sich bei der in Schritt 330 ausgelösten Funktion um eine die gesamte Prozedur beendende Funktion handelt. Alternativ kann hier geprüft werden, ob der genannte Taster mit dem genannten Ziel der Beendigung erneut betätigt wurde. Ist dies der Fall, wird die Prozedur im Schritt 340 beendet. Andernfalls wird zu Schritt 310 zurückgesprungen, um die vorbeschriebenen Schritte erneut auszuführen.

In der Fig. 5 ist schließlich ein typischer Funktionsablauf des in den Figuren 3a – 3c dargestellten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Benutzungsschnittstelle gezeigt. Nach dem Start 400 der gezeigten Routine wird in Form einer Schleife zunächst geprüft 405, ob ein (ggf. bestimmter) Taster 195 des Interaktionsgeräts 125 (vorliegend die genannte Daumentaste) vom Benutzer betätigt wurde. Wird ein Betätigen des Tasters festgestellt, dann wird die Schleife verlassen und im nächsten Schritt 410 vorliegend das vorbeschriebene Kugelménüsystem 200 – 210 in die Szene eingeblendet. Nachfolgend wird geprüft 415, ob das Interaktionsgerät 125 eine benutzergeführte Rotation erfahren hat. Trifft diese Bedingung 415 zu,

wird nachfolgend noch geprüft 420, ob ein vorgebbarer Schwellenwert für die Rotation (vorliegend 30°) bei der benutzergeführten Drehung des Interaktionsgeräts 125 überschritten wurde. Ist auch diese Bedingung 420 erfüllt ist, wird die Kugelschale in die jeweils neue Winkelorientierung sowohl funktionell als auch visualisiert eingerastet 425.

Falls keine Drehbewegung des Interaktionsgeräts erfaßt wurde 415 oder im Falle einer erfaßten Drehung die genannte Schwelle nicht überschritten wurde 420, wird zu Schritt 430 übergegangen, in dem weiter geprüft wird, ob das Interaktionsgerät 125 (translatorisch) verschoben wurde. Trifft diese Bedingung 430 zu, wird eine entsprechend verschobene Kugel 200 oder Kugelschale 205 in der Szene bspw. in der in Fig. 2c gezeigten Weise animiert 435. Danach wird geprüft 440, ob eine Berührung oder Überlappung der inneren Menükugel 200 und einem der äußeren Ringsegmente 210 erfolgt ist. Ist dies der Fall, wird in Schritt 445 eine dem überlappten Ringsegment 210 zugeordnete Funktion oder Menüauswahl aktiviert bzw. ausgelöst.

Ist die Bedingung 430 allerdings nicht erfüllt oder ist im Falle des Erfülltseins dieser Bedingung 430 die Bedingung 440 nicht erfüllt, dann wird zu Schritt 450 gesprungen, in dem geprüft wird, ob die in Schritt 445 ausgelöste Funktion eine die gesamte Prozedur beendende Funktion ist mit der Absicht, das Kugelmenüsystem wieder aus der aktuellen Szene auszublenden. Alternativ kann hier geprüft werden, ob der Taster erneut betätigt wurde oder dgl. Trifft schließlich diese Bedingung 450 zu, wird die Routine beendet 455 oder zu Schritt 415 zurückgesprungen, um erneut eine Interaktion in der vorbeschriebenen Weise zu detektieren.

Patentansprüche

1. Graphische Benutzungsschnittstelle zur Steuerung eines Graphiksystems der virtuellen Realität (VR) mittels Interaktionen mit einer wenigstens zwei Funktionen bereitstellenden Funktionsauswahl, wobei das VR-Graphiksystem eine Projektionseinrichtung zur Visualisierung einer virtuell-räumlichen Szene aufweist und wobei die Interaktionen mit dem VR-Graphiksystem mittels wenigstens eines Interaktionsgeräts erfolgen, welches im Zusammenwirken mit einer Lageerfassungssensorik zur Erfassung einer jeweiligen physisch-räumlichen Position und/oder Orientierung des Interaktionsgeräts zur Bereitstellung von Lagedaten in dem VR-Graphiksystem dient, gekennzeichnet durch ein funktionell und visuell aus wenigstens zwei jeweils eine genannte Funktionsauswahl bereitstellenden Teilelementen gebildetes Interaktionselement, wobei die wenigstens zwei Teilelemente mittels physisch-räumlicher Bewegung des Interaktionsgeräts relativ zueinander virtuell-räumlich beweglich ausgebildet sind und wobei eine genannte Funktionsauswahl mittels der relativ zueinander ausgeführten virtuell-räumlichen Bewegung der wenigstens zwei Teilelemente erfolgt.
2. Benutzungsschnittstelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Teilelemente zumindest zeitweilig an einer im wesentlichen fixen Position der virtuellen Szene dargestellt wird, wobei die genannte Funktionsauswahl durch eine virtuell-räumliche Relativbewegung des jeweils anderen Teilelements in bezug auf das zumindest zeitweilig an der fixen Position dargestellte Teilelement erfolgt.
3. Benutzungsschnittstelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionsauswahl bei der Relativbewegung der wenigstens zwei Teilelemente zueinander bei einer wenigstens

partiellen Berührung oder Überlappung zwischen den wenigstens zwei Teilelementen ausgelöst wird.

4. Benutzungsschnittstelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens zweiteilige Interaktionselement in Form eines Menüsystems, eines Funktionsauswahlsystems oder dgl. realisiert ist.
5. Benutzungsschnittstelle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Interaktionselement durch ein drei visuelle Teilelemente umfassendes Kugelménüsystem gebildet ist, welches eine einteilig ausgebildete innere Kugel, eine aus wenigstens zwei Kugelschalensegmenten gebildete, an der visuellen Oberfläche der inneren Kugel angeordnete Kugelschale sowie einen im Außenbereich der Kugel bzw. Kugelschale angeordneten, aus wenigstens zwei Ringsegmenten bestehenden Ring umfaßt, wobei die innere Kugel zur Darstellung einer Zustandsinformation betreffend den momentanen Zustand des Kugelménüsystems bereitstellt.
6. Benutzungsschnittstelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zustandsinformation die gemäß einem Menübaum bei den Kugelschalensegmenten momentan aktivierte Menüebene angibt.
7. Benutzungsschnittstelle nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugelschalensegmente durch eine benutzergeführte Drehung des Interaktionsgeräts entsprechend um die innere Kugel rotierbar sind, um eine Aktivierung verschiedener Kugelschalensegmente zu ermöglichen.
8. Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine vom Rotationswinkel des

Interaktionsgeräts und/oder des jeweiligen Teilelements abhängige Einrastfunktion vorgesehen ist.

9. Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine aufgrund einer physischen Rotationsbewegung und/oder physischen Translationsbewegung des Interaktionsgeräts zu bewirkende Interaktion erst bei Überschreiten eines empirisch vorgebbaren Schwellwerts eine entsprechende Interaktion ausgelöst wird.
10. Benutzungsschnittstelle nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ab einem vorgebbaren Maß an Überlappung oder Berührung zwischen den wenigstens zwei Teilelementen eine weitere funktionelle und/oder visuelle Relativverschiebung zwischen den Teilelementen unterbunden wird.
11. Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativverschiebung zwischen den wenigstens zwei Teilelementen geführt erfolgt.
12. Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die visuelle Darstellung wenigstens eines der Teilelemente bei einer Rotation und/oder einer Translation und/oder einer Berührung in der Szene in animierter Form erfolgt.
13. Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Interaktionsgerät wenigstens ein Steuerelement aufweist, mittels dessen die genannten Funktionsabläufe der Benutzungsschnittstelle zumindest unterstützt werden.

14. Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Funktionsabläufe der Benutzungsschnittstelle anhand von Spracheingabe und/oder Erfassung von Gestik oder Mimik des Benutzers unterstützt werden.
15. Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Berührungs- oder Überlappungsfunktion wenigstens eine logische Operation umfaßt.
16. Graphiksystem der virtuellen Realität (VR), aufweisend eine graphische Benutzungsschnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

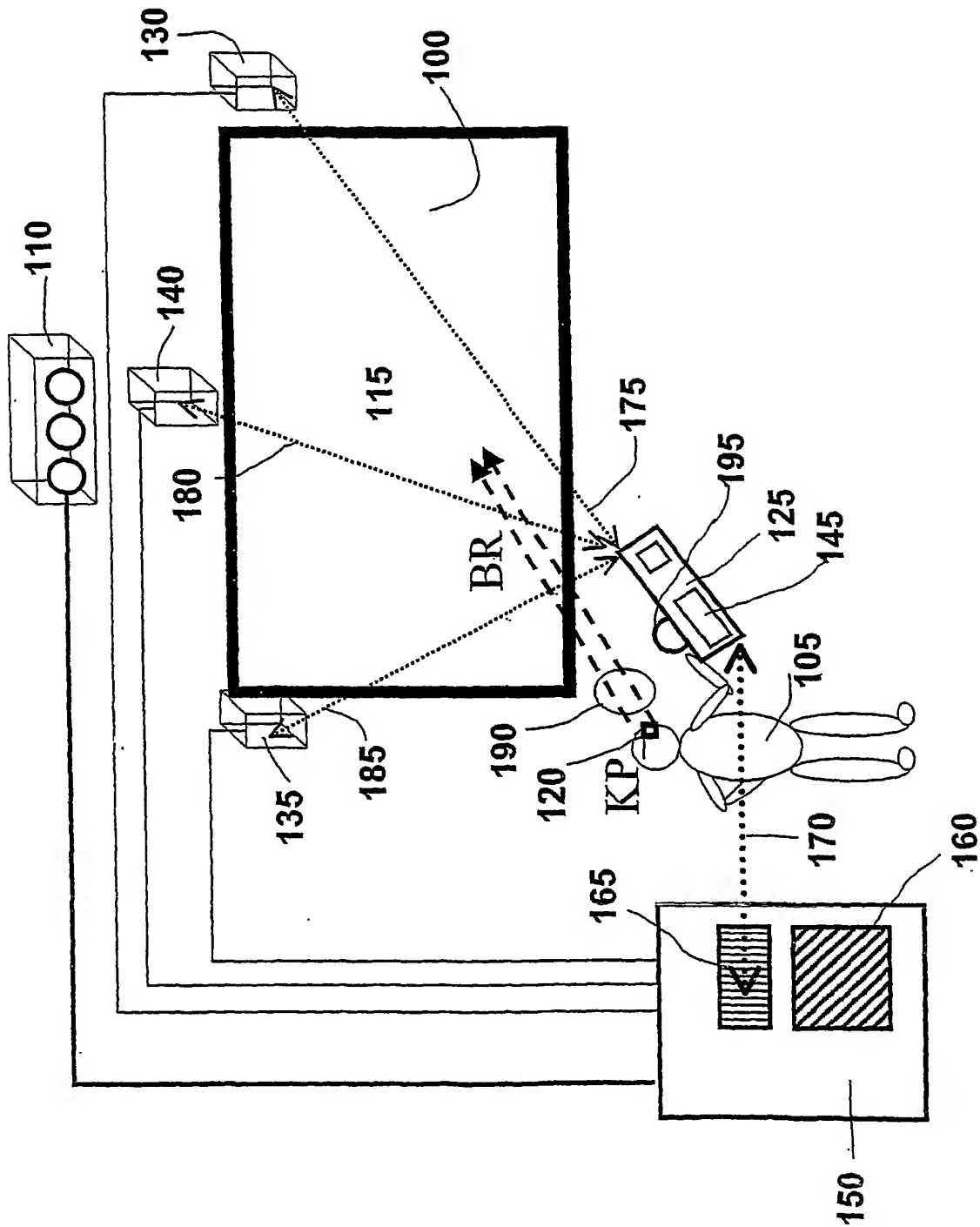


Fig. 1 (Stand der Technik)

2/5

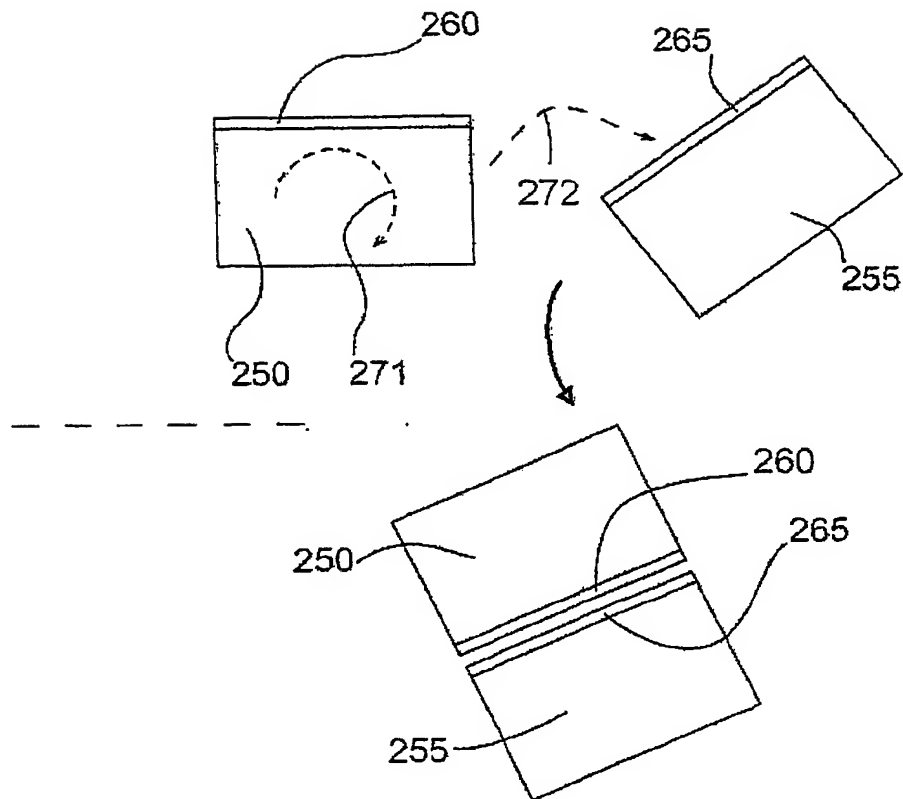


Fig. 2a

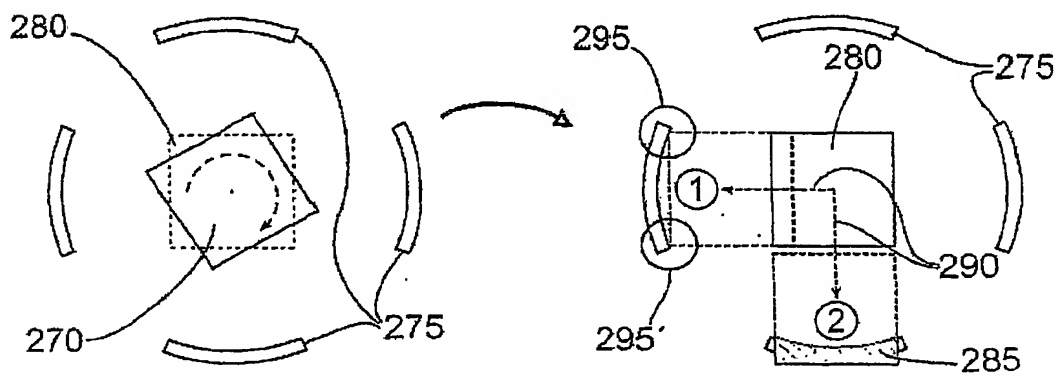


Fig. 2b

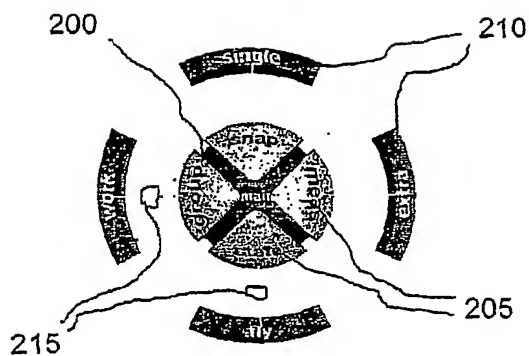


Fig. 3a

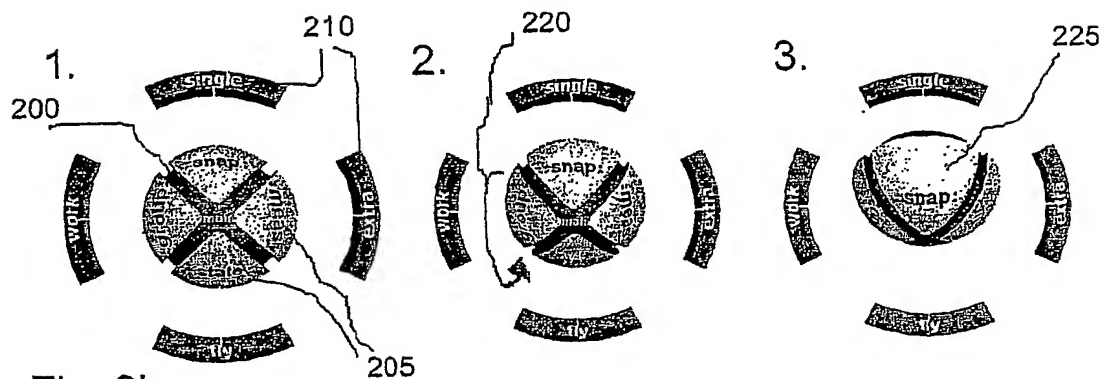


Fig. 3b

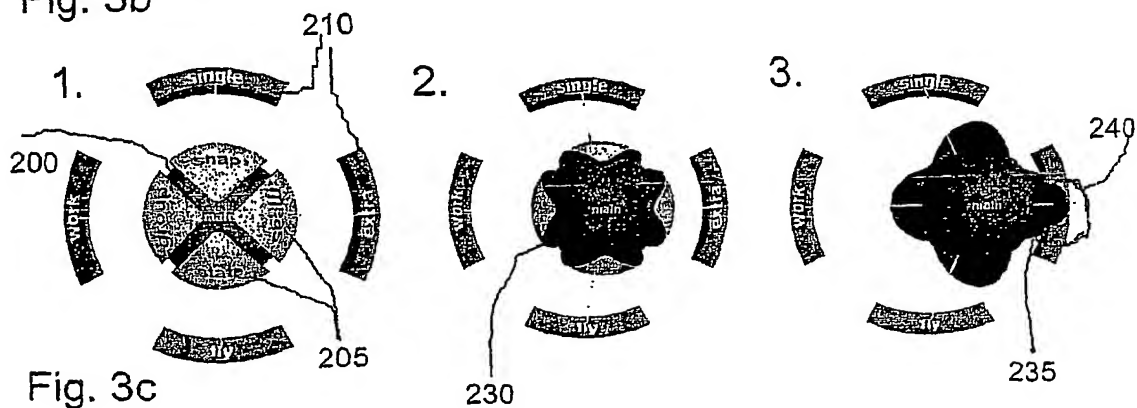


Fig. 3c

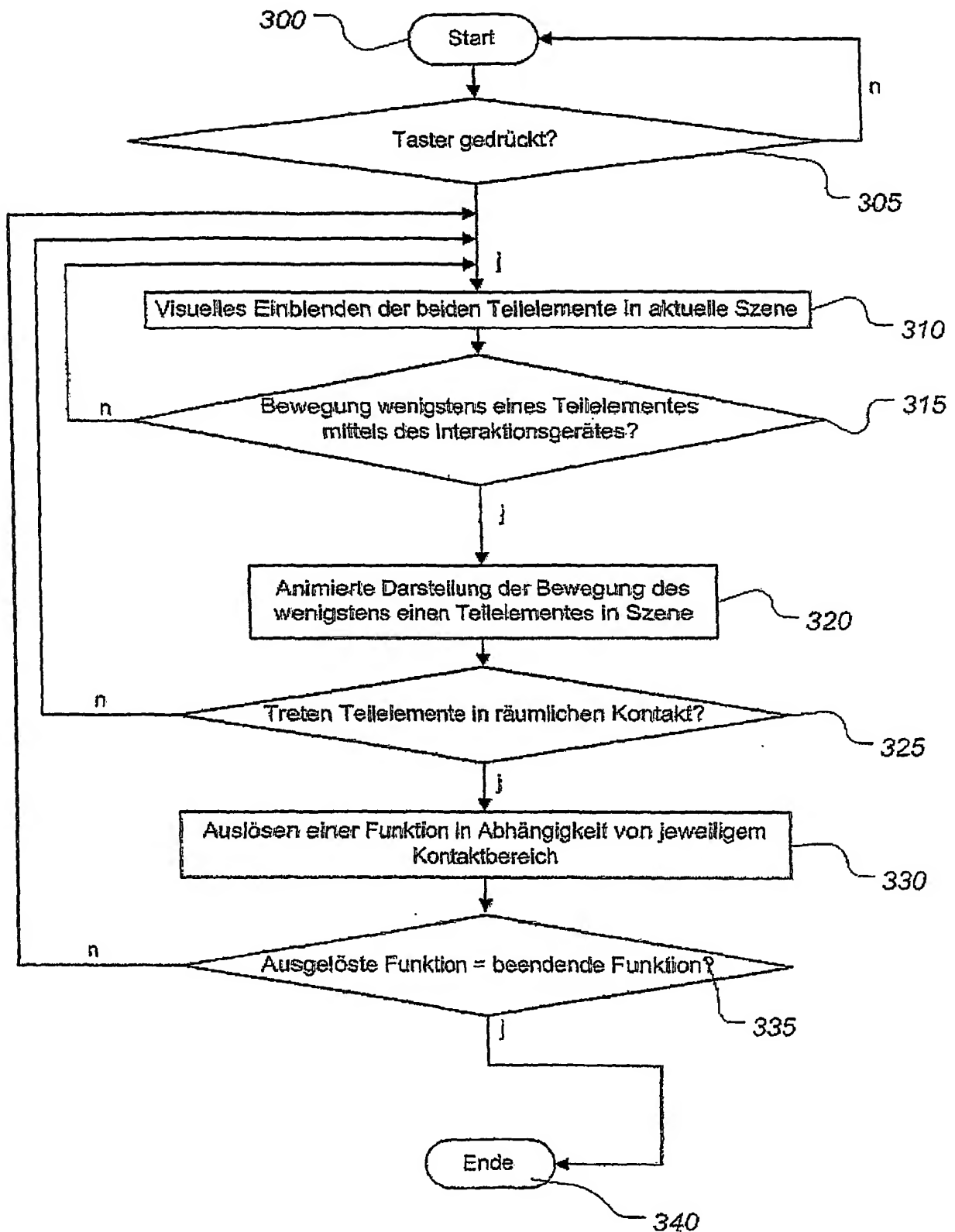


Fig. 4

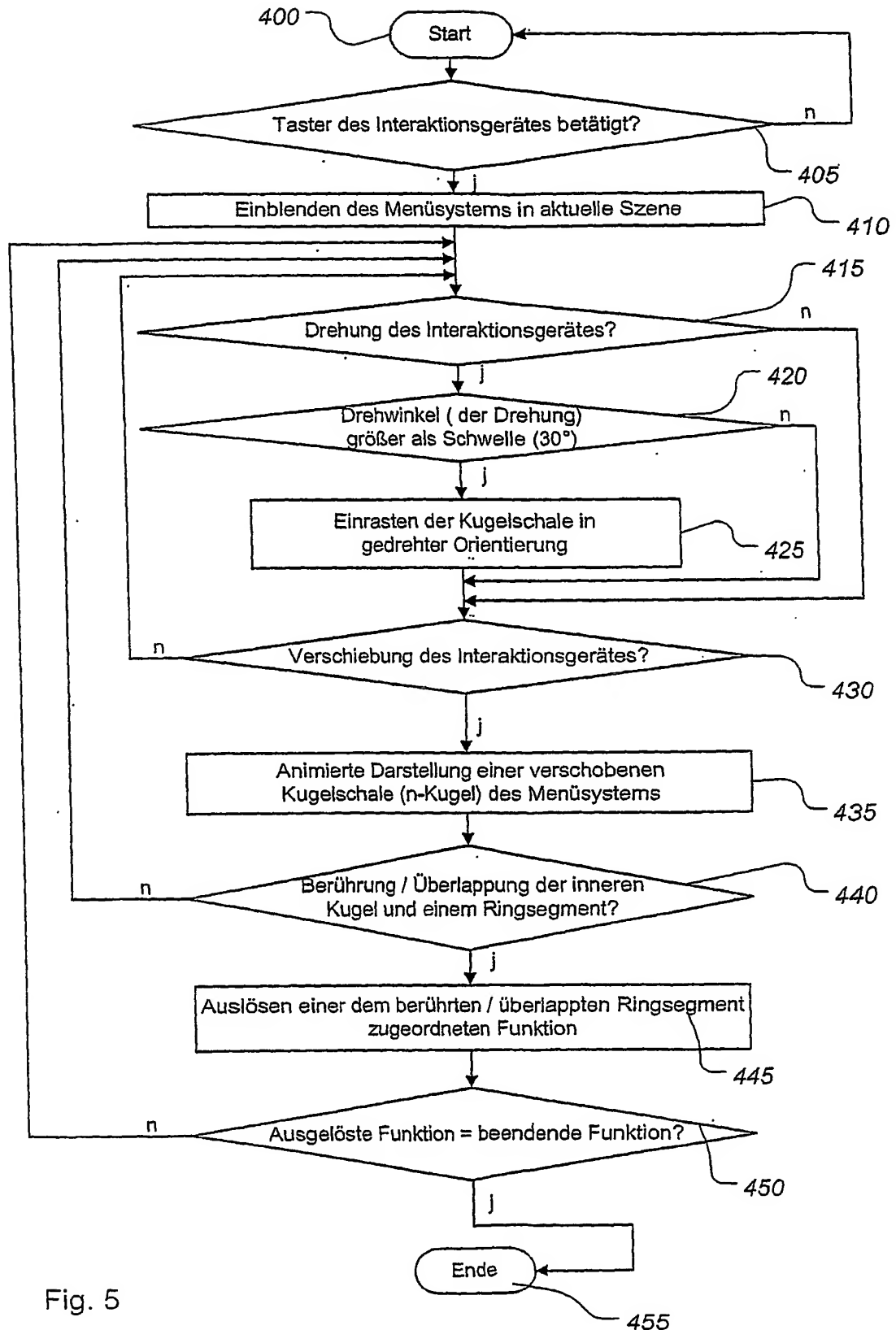


Fig. 5